

**МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА**

Вариант 1

Место проведения Москва
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников Ломоносов
наименование олимпиады

по Химии
профиль олимпиады

Марина Юрия Игоревича
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Дата
«12» марта 2023 года

Подпись участника
Марина

57-29-83-63
(03.16)

1/2/3/4/5/6/7/8/9/10/11/12/13/14/15/16/17/18/19/20

Антипин

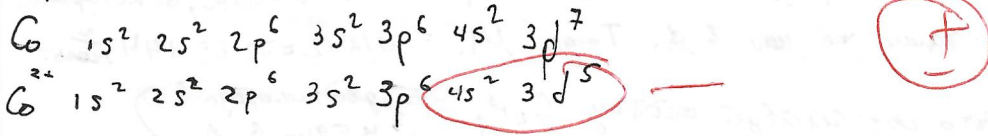
89
васильевский
завод

Вариант 1

Числовые

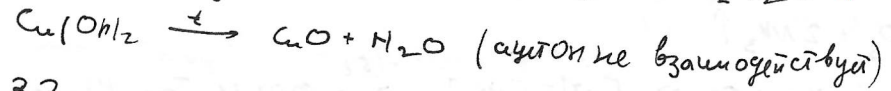
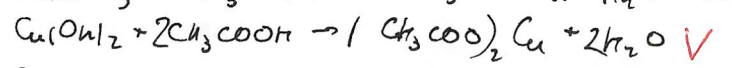
1.6. если несп. электронов 1, то парспаренных 4, значит всего 9. Но у фтора не может быть с.о. +2.

если несп электронов 2, то номер элемента будет четным. Если неспаренных электронов 3, то парспаренных 12, тогда всего электронов 3+12*2=27. Это кобальт!



2.6. По внешнему газу сразу можно сказать, что уксусная кислота в пробирке II.

$Cu(OH)_2$ окисляет альдегиды до карбоновых кислот, сам переход в Cu_2O красновато улето. Значит, уксусный альдегид в пробирке III. Ну и методом исключения ацетон находится в пробирке I.



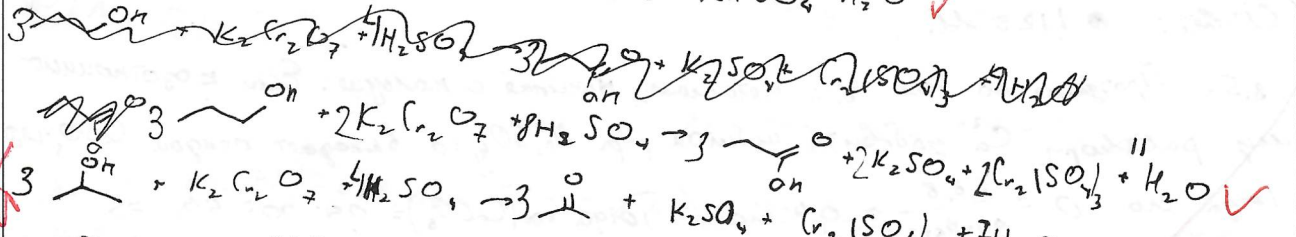
3.2.

Т.к. C и D изомеры, то можно предположить, что A и B - изомеры.

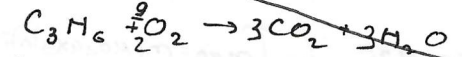
Тогда $M(A) = M(B) = 2,107 \cdot 28 = 59 \frac{g}{mole}$. По реакции с нитритом в кислой среде можно предположить, что A и B - амины. Тогда брутто формула A и B:

$59 = 14 + 3 + 12n + 2n$ или же $C_n H_{2n} NH_2$. При решении линейного уравнения получим цифру 3, тогда A - $CH_3CH_2CH_2NH_2$; B - $(CH_3)_2CHNH_2$.

Соответственно C - $CH_3CH_2CH_2OH$ и D - $(CH_3)_2CHOH$. Тогда при окислении дихроматом в кислой среде получим кетон и карб. кислоту. E - CH_3CH_2CO ; F - CH_3COOH .



4.5. $V(H_2O) = \frac{3276}{18} = 182 \text{ моль} \Rightarrow Q_{необ} = 182 \cdot 75,31 = 13706,92 \text{ Дж}$



~~$Q_{реакции} = 3935 \cdot 3 + 2858 \cdot 4 = 15275 \frac{kJ}{mole}$~~

~~$V(C_3H_8) = \frac{Q_{необ}}{Q_p} = \frac{13706,92}{15275,5} = 0,900 \text{ моль}$~~

~~$pV = \nu RT \Rightarrow V = \frac{\nu RT}{p} = \frac{0,900 \cdot 8,314 \cdot 303}{101,325} = 0,2388 \text{ л}$~~

S.1.



$$\omega(C) = 0,6667 \quad \checkmark$$

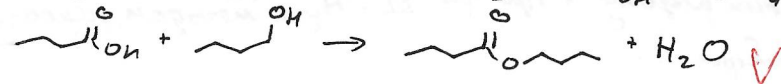
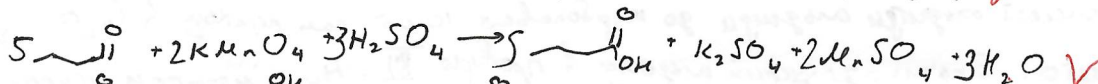
нас. альдегид: $C_n H_{2n} O$

$$0,6667 = \frac{12n}{14n+16} \Rightarrow n = 4 \quad \checkmark, \text{ тогда } A - \text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CHO} \quad \checkmark$$

При окислении А получают кислоту В - $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$. При взаимодействии В со спиртом С (ROH) образуется сложный эфир D - $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOR}$, в котором все массовые доли такие же, как в А. Тогда $M(D) = M(A) \cdot 2 = 72 \cdot 2 = 144 \frac{г}{моль}$.

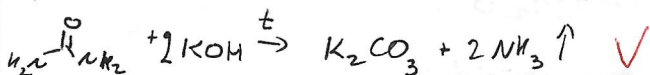
$$144 - 72 - 16 = 57, \text{ это соответствующий остаток } C_4H_9 \quad \checkmark \text{ (два кислорода в D и один в A)}$$

Тогда С - C_4H_9OH $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2OH$, а D - $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3 \quad \checkmark$



нет связи \ominus

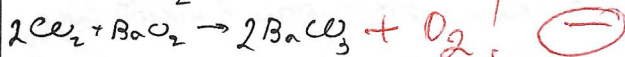
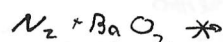
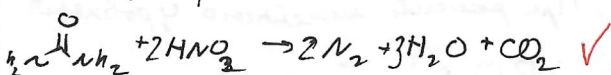
8.2.



$NH_3 + NH_3 \rightarrow NH_4NH_2$. \checkmark $pH = 1,52 \Rightarrow [H^+] = [NH_3] = 10^{-1,52} = 0,03 \text{ M}$. Тогда NH_3 на реакцию ушло $0,3 \cdot 1,05 = 0,3 \cdot 0,03 = 0,3 \text{ моль}$. Тогда $\nu(NH_3) = 0,3 \text{ моль}$. \checkmark

Тогда $\nu(CH_3COONH_4) = \frac{0,3}{2} = 0,15 \text{ моль} \Rightarrow C = \frac{V}{V} = \frac{0,15}{0,2} = 0,75 \text{ M}$. \checkmark

Для проверки используем вторую часть задачи:



Если $\frac{V(N_2)}{V(NH_3)} = \frac{1}{2}$, то объем, ушедший в первую часть, равен $200 \cdot \frac{2}{3} \text{ мл}$. Тогда

$$C(CH_3COONH_4) = 0,75 \cdot \frac{0,2}{0,333} = 1,125 \frac{\text{моль}}{\text{л}}$$

Ответ: $\bullet 1,125 \text{ M}$. \ominus

8.5. Проверяем по всем ч/з металлам, начиная с кальция. Если к раствору Ca^{2+} добавить избыток р-ра Na_2SO_4 , то выпадает осадок $CaSO_4 \cdot 2H_2O$

$$\text{Тогда его } \nu = \frac{68,8}{90 + 96 + 36} = 0,4 \text{ моль} \quad \checkmark. \text{ Тогда } m(CaCO_3) = 0,4 \cdot 100 = 40 \text{ г} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow m(FeCO_3) = 69 - 40 = 29 \text{ г} \quad (\text{в р-ре аммиака растворяется только маляхит})$$

а $CaCO_3$ и $FeCO_3$ в осадке). $\nu(FeCO_3) = \frac{29}{56 + 60} = 0,25 \text{ моль}$. Тогда $m(\text{малахит}) =$

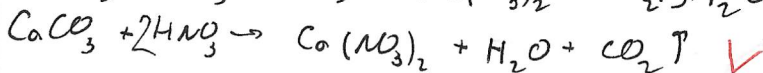
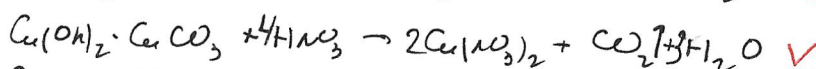
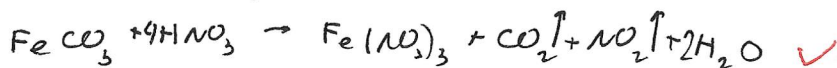
$$= 146,7 - 40 - 29 = 77,7 \text{ г} \Rightarrow \nu(Cu(OH)_2; CuCO_3) = \frac{77,7}{64 + 2 \cdot 16 + 34} = 0,35 \text{ моль} \quad \checkmark$$

$$\text{Посчитаем } \nu: pV = \nu RT \Rightarrow \nu = \frac{pV}{RT} = \frac{101,325 \cdot 30,56}{8,314 \cdot 298} = 1,25 \text{ моль}, \text{ а } M_{\text{салицил}} = 1,816 \cdot 24,45 = 44,4 \frac{\text{г}}{\text{моль}} \quad \checkmark$$

57-29-83-63
(63.16)

8.5. продолжение

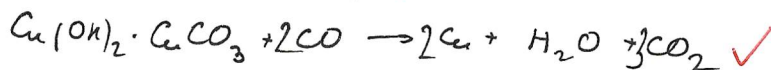
Запишем реакцию:



$D(\text{возд}) = 1,25 \text{ моль}$, $M_c = 44,4 \frac{\text{г}}{\text{моль}}$, $M(\text{CO}_2) = 44 \frac{\text{г}}{\text{моль}}$, $M(\text{NO}_2) = 46 \frac{\text{г}}{\text{моль}}$.

Тогда соотношение CO_2 и $\text{NO}_2 = 5:1$, что полностью подходит под условие и решение. Кальций также подходит, ведь никаких "несостыклов" не обнаружилось.

Кальций минерал: CaCO_3 . \checkmark



$D(\text{малахит}) = 0,35 \text{ моль} \Rightarrow D(\text{Cu}) = 0,7 \text{ моль} \Rightarrow m(\text{Cu}) = 0,7 \cdot 64 = 44,82 \text{ г}$ \checkmark

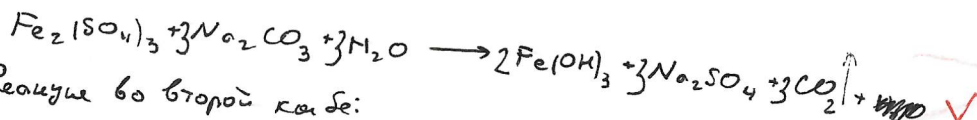
6.1. рассчитаем массовую долю в нас р-ра Na_2CO_3 : $\frac{21,8}{121,8} = 0,17898$

пусть D добавленного $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ равно x , тогда $0,17898 = \frac{106 \cdot x}{286x + 183,7} \Rightarrow 106x = 0,6 \text{ моль}$ \checkmark

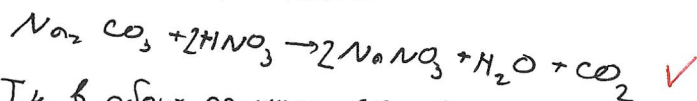
Тогда $m_{\text{р-ра}} = 183,7 + 0,6 \cdot 286 = 355,32 \text{ г}$ \checkmark

$D(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 0,6 \text{ моль}$.

Реакция в первой камере:



Реакция во второй камере:

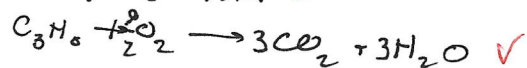


Т.к. в обеих реакциях CO_2 выделяется полностью, а $\frac{V_2(\text{CO}_2)}{V_1(\text{CO}_2)} = \frac{2}{1}$, то значит и растворов были поданы в соотношении 1:2. Тогда во вторую камеру добавили $355,3 \cdot \frac{2}{3} = 236,8667 \text{ г}$ р-ра, содержащего $0,6 \cdot \frac{2}{3} = 0,4 \text{ моль}$ Na_2CO_3 .

Тогда $D(\text{NaNO}_3) = 2 \cdot 0,4 = 0,8 \text{ моль}$, $m(\text{NaNO}_3) = 0,8 \cdot 85 = 68 \text{ г}$ \checkmark

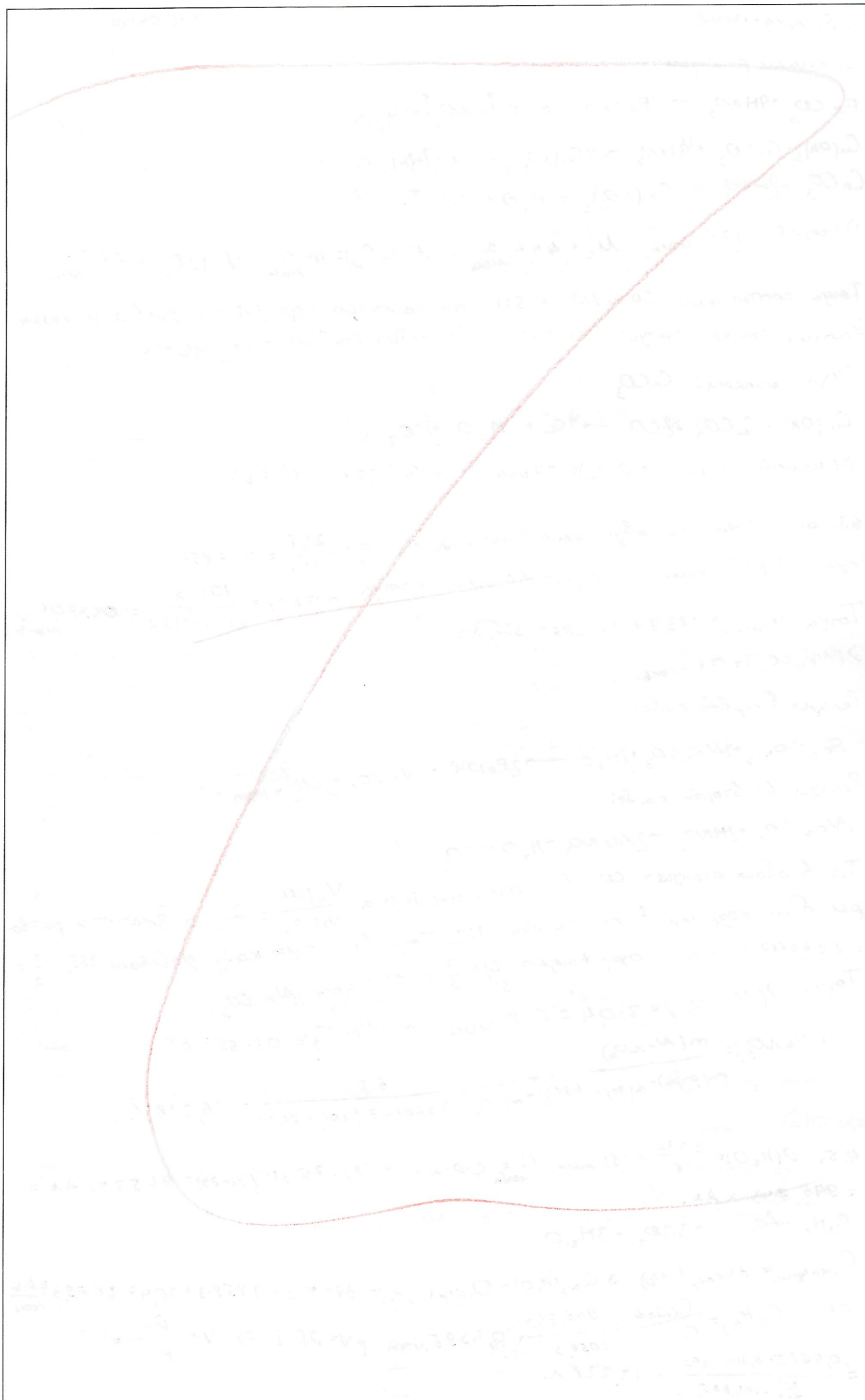
$\omega(\text{NaNO}_3) = \frac{m(\text{NaNO}_3)}{m(\text{р-ра}) + m(\text{р-ра HNO}_3) - m(\text{CO}_2)} = \frac{68}{236,8667 + 200 - 0,4 \cdot 44} = 16,218\% \quad \checkmark$

4.5. $D(\text{H}_2\text{O}) = \frac{3276}{18} = 182 \text{ моль}$, $Q_{\text{нагр}} = C \cdot D \cdot \Delta t = 182 \cdot 75,31 \cdot (92-23) = 945743 \text{ Дж} = 945,743 \text{ кДж}$ \checkmark



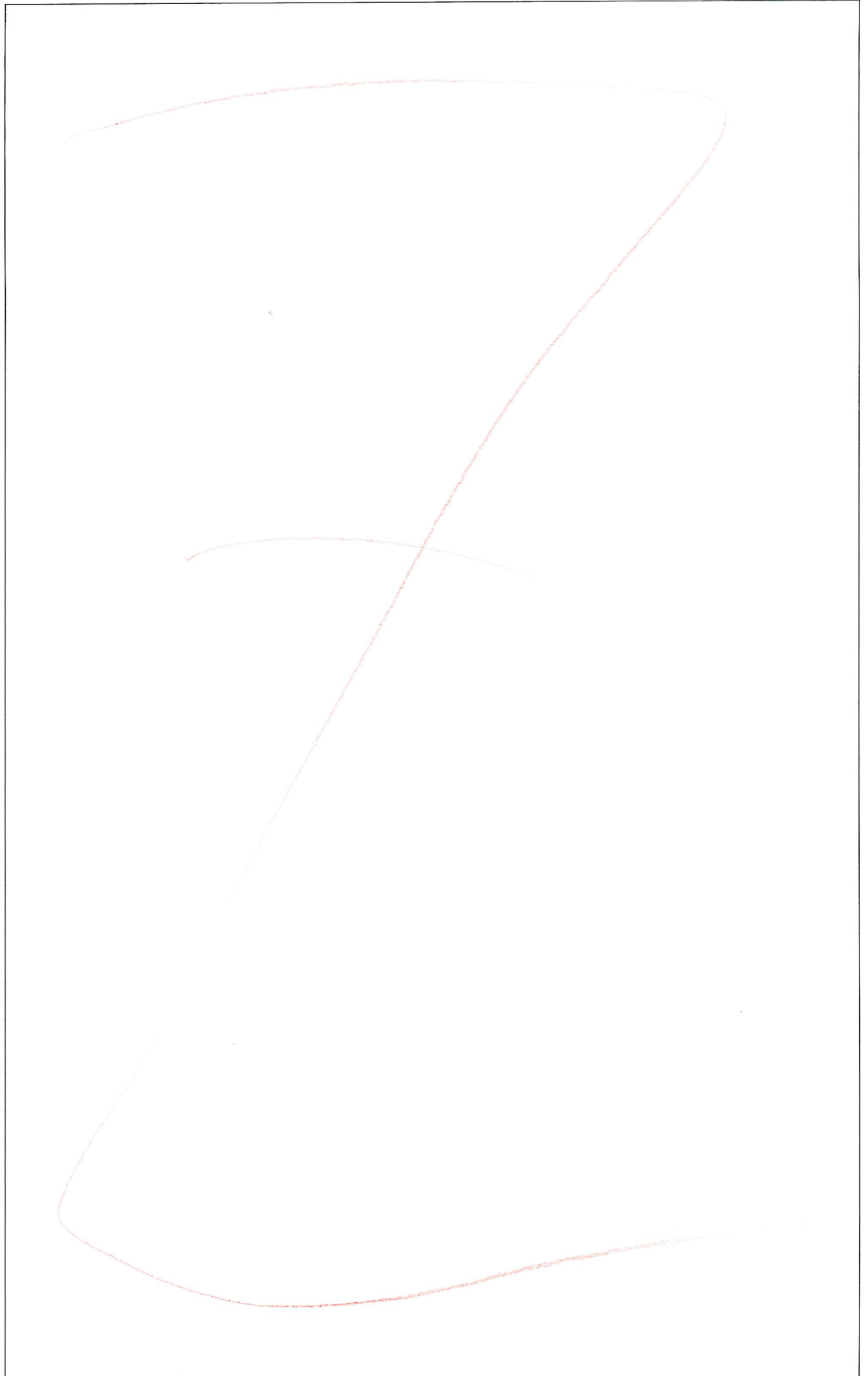
$Q_{\text{реакции}} = 3Q_{\text{оср}}(\text{CO}_2) + 3Q_{\text{оср}}(\text{H}_2\text{O}) - Q_{\text{оср}}(\text{C}_3\text{H}_6) = 3935 \cdot 3 + 2858 \cdot 3 + 20,4 = 20583 \text{ кДж/моль}$

$\Rightarrow D(\text{C}_3\text{H}_6) = \frac{Q_{\text{нагр}}}{Q_{\text{р}}} = \frac{945,743}{20583} = 0,4595 \text{ моль}$ $pV = \nu RT \Rightarrow V = \frac{\nu RT}{p} = \frac{0,4595 \cdot 8,314 \cdot 303}{\frac{110}{200} \cdot 101,325} = 12,228 \text{ л}$ \checkmark

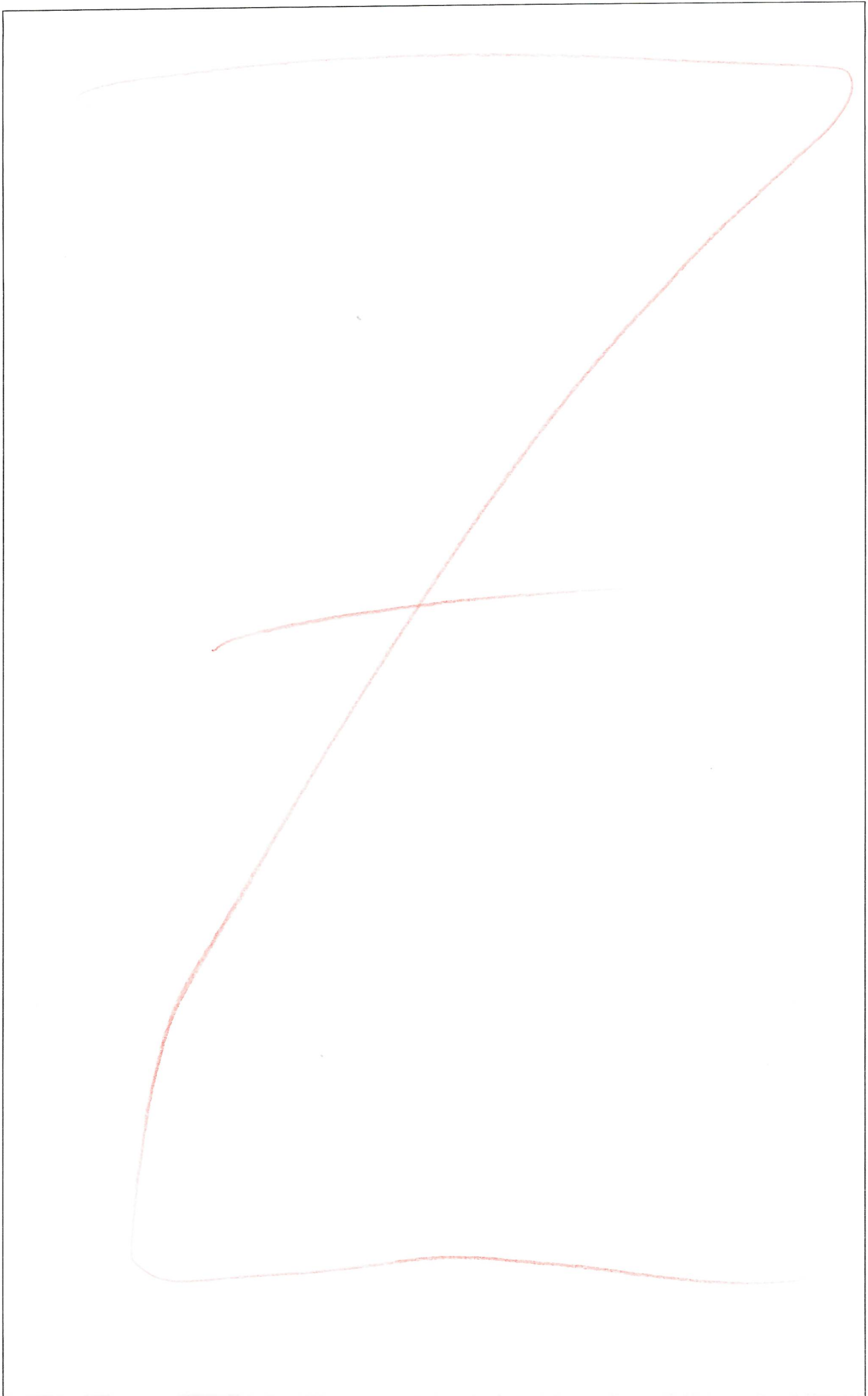


57-29-83-63

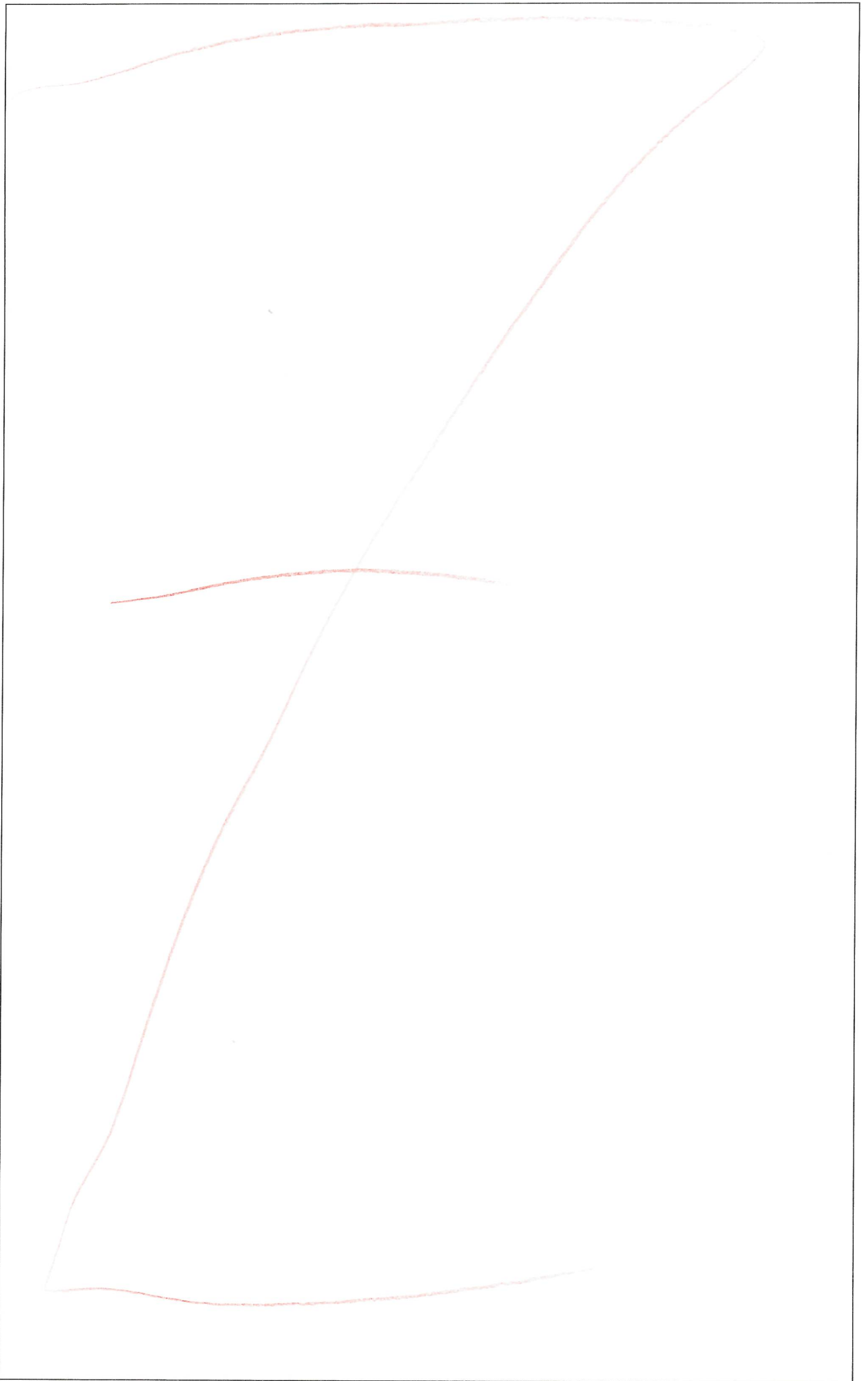
(63.16)



Подписывать лист-вкладыш запрещается! Писать на полях листа-вкладыша запрещается!



ЛИСТ-ВКЛАДЫШ



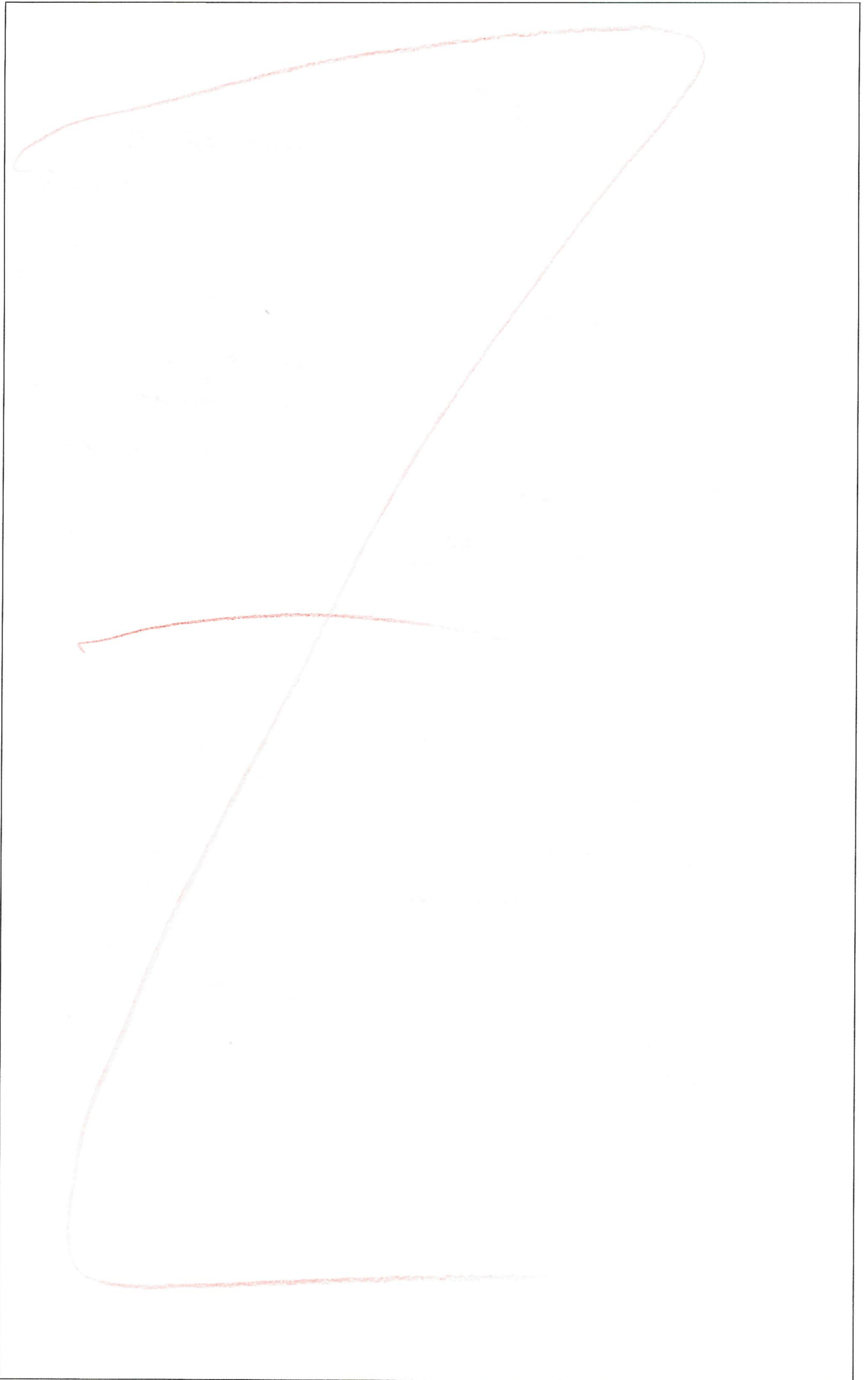
Подписывать лист-вкладыш запрещается! Писать на полях листа-вкладыша запрещается!

ЛИСТ-ВКЛАДЫШ



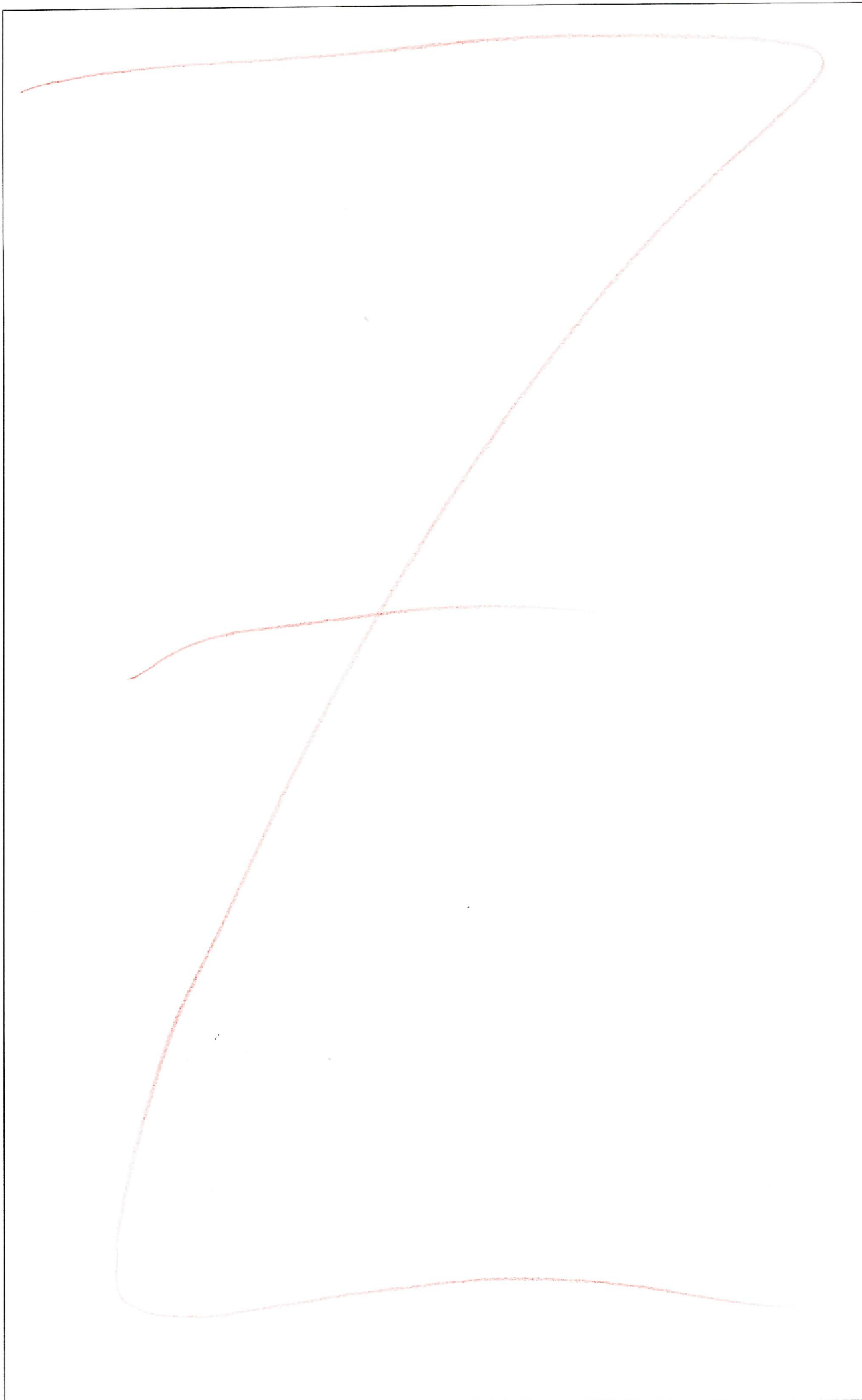
Подписывать лист-вкладыш запрещается! Писать на полях листа-вкладыша запрещается!

ЛИСТ-ВКЛАДЫШ



Подписывать лист-вкладыш запрещается! Писать на полях листа-вкладыша запрещается!

ЛИСТ-ВКЛАДЫШ



Подписывать лист-вкладыш запрещается! Писать на полях листа-вкладыша запрещается!

Зерновы

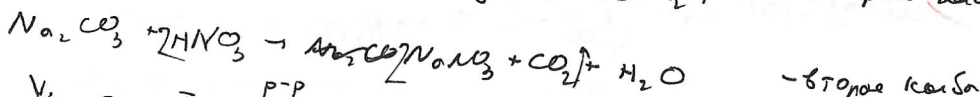
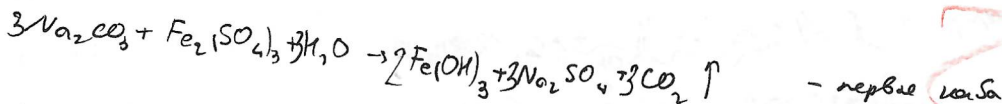
2.1.

$$\omega(\text{Na}_2\text{CO}_3) = \frac{21,8}{171,8} = 0,127 \quad ; \quad 0,127 = \frac{106 \cdot x}{236x + 183,7} \Rightarrow x = 0,6 \text{ моль}$$

Тогда $m(\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = 0,6 \cdot 286 = 171,6 \text{ г}$

$m(\text{Na}_2\text{CO}_3 \text{ в р-ре}) = 63,6 \text{ г}$

разделим на 2 части.



$\frac{V_2}{V_1} = 2$. Тогда моль разделим в соотношении 1:2.

$m(\text{р-ра}_2) = \frac{2}{3} \cdot (183,7 + 171,6) = 236,8667 \text{ г}$

при этом $m_2(\text{Na}_2\text{CO}_3) = \frac{63,6}{3} \cdot 2 = 42,4 \text{ г} \Rightarrow \nu = 0,4 \text{ моль} \Rightarrow \nu(\text{NaNO}_3) = 0,8 \text{ моль}$

$m(\text{NaNO}_3) = 0,8 \cdot (23 + 62) = 68 \text{ г}$, $\omega = \frac{68}{200 + 236,8667} = 0,15565$

еще р-р:

$$0,127 = \frac{106 \cdot x}{236x + 183,7} \Rightarrow x = 0,6 \text{ моль}$$

Тогда $m(\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = 0,6 \cdot 286 = 171,6 \text{ г}$

$m(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 0,6 \cdot 106 = 63,6 \text{ г}$

$m(\text{р-ра}) = 171,6 + 183,7 = 355,3 \text{ г}$

$m_2(\text{р-ра}) = 355,3 \cdot \frac{2}{3} = 236,8667 \text{ г}$

$m(\text{NaNO}_3) = 2 \cdot 0,4 \cdot 85 = 68 \text{ г}$

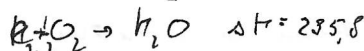
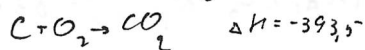
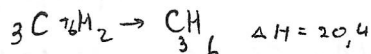
$\omega = \frac{68}{200 + 236,8667} = 0,15565$



$$\frac{V_2(\text{CO}_2)}{V_1(\text{CO}_2)} = 2 \Rightarrow \frac{\nu_2(\text{CO}_2)}{\nu_1(\text{CO}_2)} = 2 \Rightarrow \frac{\nu_2(\text{Na}_2\text{CO}_3)}{\nu_1(\text{Na}_2\text{CO}_3)} = 2 \Rightarrow \frac{V_2(\text{р-ра})}{V_1(\text{р-ра})} = 2 \Rightarrow V_2$$

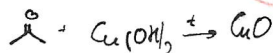
с трех частей р-ра
2 ушло на р-р 2.

Черновик

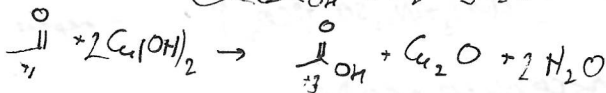


2.6. II - дицианная кислота

I - ацетон

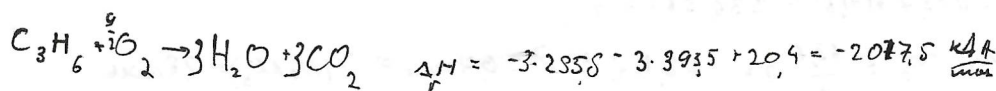


III - уксусный ангидрид



3.2.

4.5. $n(H_2O) = \frac{3276}{18} = 182 \text{ моль} \Rightarrow Q = 182 \cdot 75,31 = 13706,42 \text{ Дж}$

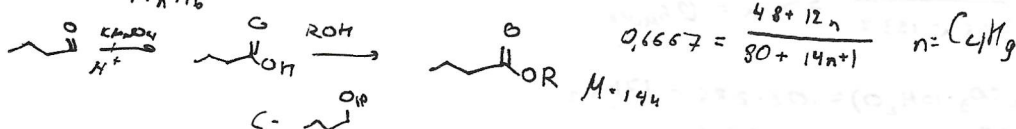


$\Rightarrow V(C_3H_6) = \frac{13706,42}{2077500} = 6,79 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$

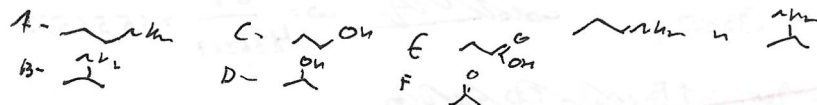
$V = \frac{pV = pRT}{p} = \frac{6,79 \cdot 10^{-3} \cdot 8,314 \cdot 303}{\frac{710}{760} \cdot 101325} = 0,1808 \text{ л}$

5.1. $\omega(C) = 66,67\%$

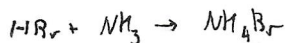
$0,6667 = \frac{12n}{16n + 14n + 16} \Rightarrow n = 4$



6.2. $n = 59 \text{ г/моль}$ если A, B - изомеры, то $C_nH_{2n+2} \quad 59 = 14n + 2 \Rightarrow n = 3$



7.2. $pH = 1,52 \Rightarrow [HBr] = 0,03 \text{ моль/л}$



0,3 моль 0,3 моль 1 моль

тогда $n(H_2C=CH_2) = 0,15 \text{ моль} \Rightarrow n(C_2H_4) = 0,15 \text{ моль} \Rightarrow n(C_2H_4) = \frac{0,15}{0,2} = 0,75 \text{ моль}$

$C = \frac{0,15}{0,2} = 0,75 \text{ моль}$

8.5. $D/(A+B+D) = \frac{pV}{RT} = 1,25 \text{ моль} \quad m = 146,72 \quad m(CO_2) = 40$

$m(B+D) = 69,2$

$m(MgSO_4 \cdot 2H_2O) = 68,5 \quad CaSO_4 \cdot 2H_2O \quad n(FeCO_3) = 0,25 \quad n(Cu(OH)_2 \cdot CuCO_3) = 0,15 \text{ моль}$

9.5. $pV = nRT \quad n = \frac{pV}{RT} = \frac{30,56 \cdot 101,325}{8,31 \cdot 298} = 1,25 \text{ моль}$

